

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-038911
(43)Date of publication of application : 13.02.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/06

(21)Application number : 11-219972

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 03.08.1999

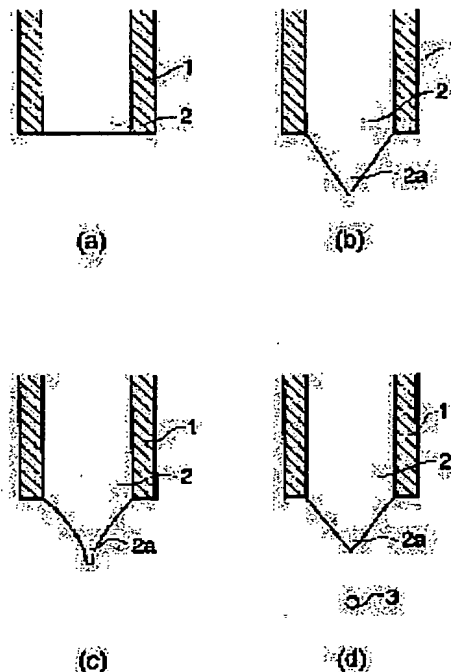
(72)Inventor : YOGI OSAMU
ISHIKAWA MITSURU
KAWAKAMI TOMONORI

(54) METHOD AND APPARATUS FOR FORMING LIQUID DROP OF EXTREMELY SMALL QUANTITIES

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a liquid drop of extremely small quantities smaller than the tip diameter of a nozzle.

SOLUTION: In an electrostatic attraction type liquid drop forming method for forming a liquid drop by applying pulse voltage to the liquid in each nozzle 1, a pulse voltage applying stage for applying pulse voltage across a substrate provided so as to leave a predetermined interval from the tip of the nozzle 1 and the liquid 2 in the nozzle 1 and a liquid drop separating stage for allowing the return force in the direction returning a liquid column 2a into the nozzle 1 to act on the liquid 2 drawn out of the tip of the nozzle 1 by the pulse voltage applying stage to separate a liquid drop 3 from the liquid 2 are provided. An apparatus for forming a liquid drop of extremely small quantities realizing this method for forming a liquid drop of extremely small quantities is equipped with a return force generating means generating return force for returning the liquid 2 in the direction opposite to the outflow direction of the liquid 2 from the tip of the nozzle 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

COPIED FROM ORIGINAL

THIS PAGE BLANK (USPTO)

~~Best Available Copy~~

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-38911

(P2001-38911A)

(43) 公開日 平成13年2月13日 (2001. 2. 13)

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 4 1 J 2/06

B 4 1 J 3/04

1 0 3 G 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-219972

(22) 出願日

平成11年8月3日 (1999. 8. 3)

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 奥 備 修

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ

トニクス株式会社内

(72) 発明者 石川 満

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ

トニクス株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

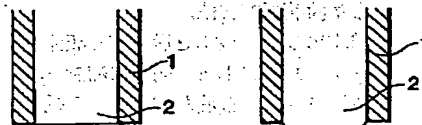
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微量液滴形成方法及び微量液滴形成装置

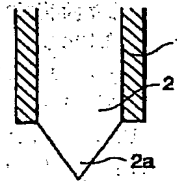
(57) 【要約】

【課題】 ノズル先端の径より小さい微量液滴を形成することができる微量液滴形成方法及び微量液滴形成装置を提供することを目的とする。

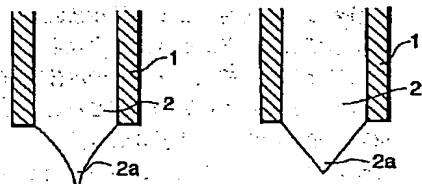
【解決手段】 ノズル内の液体にパルス電圧を印加して液滴を形成する静電吸引液滴形成方法において、ノズル先端から所定の間隔を隔てて設けられた基板とノズル内の液体との間にパルス電圧を印加するパルス電圧印加段階と、パルス電圧印加段階によってノズル先端から引き出された液体に対し、液柱をノズル内に引き戻す方向の引き戻し力を作用させ、液体から液滴を分離する液滴分離段階とを有する微量液滴形成方法。また、上記微量液滴形成方法を実現する微量液滴形成装置は、ノズルの先端から液体が流出する方向とは反対の方向に液体を引き戻す力を発生させる引き戻し力発生手段を備える。



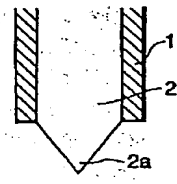
(a)



(b)



(c)



(d)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル内の液体にパルス電圧を印加して液滴を形成する静電吸引液滴形成方法において、前記ノズル先端から所定の間隔を隔てて設けられた基板と前記ノズル内の液体との間にパルス電圧を印加するパルス電圧印加段階と、

前記パルス電圧印加段階によって前記ノズル先端から引き出された液体に対し、前記液体を前記ノズル内に引き戻す方向の引き戻し力を作用させ、前記液体から液滴を分離する液滴分離段階と、

を有することを特徴とする微量液滴形成方法。

【請求項 2】 前記液滴分離段階は、前記ノズル内に設けられた流体抵抗制御手段により、前記ノズル内の流体抵抗を増大させることを特徴とする請求項 1 記載の微量液滴形成方法。

【請求項 3】 前記液滴分離段階は、前記ノズル内に設けられた体積変化可能な素子の体積を減少させることを特徴とする請求項 1 記載の微量液滴形成方法。

【請求項 4】 前記液滴分離段階は、前記ノズルを前記基板と離隔する方向に移動することを特徴とする請求項 1 記載の微量液滴形成方法。

【請求項 5】 前記引き戻し力を制御することにより、形成される液滴の寸法を制御することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項に記載の微量液滴形成方法。

【請求項 6】 前記パルス電圧印加段階及び前記液滴分離段階は、飽和蒸気圧下で行われることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の微量液滴形成方法。

【請求項 7】 前記パルス電圧印加段階及び前記液滴分離段階において用いられるノズルは、芯入りノズルであることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載の微量液滴形成方法。

【請求項 8】 液滴を形成する液体を蓄えるノズルと、前記ノズルの先端と対向して配置され、前記ノズル先端から滴下される液滴が載置される基板と、前記ノズル内の液体と前記基板との間にパルス電圧を印加するパルス電源と、

前記ノズルの先端から液体が流出する方向とは反対の方向に前記液体を引き戻す力を発生させる引き戻し力発生手段と、

前記パルス電源及び前記引き戻し力発生手段を制御する制御装置と、

を備えることを特徴とする微量液滴形成装置。

【請求項 9】 前記引き戻し力発生手段は、前記ノズル内に設けられ、前記ノズル内の流体抵抗を増大させることができる流体抵抗制御装置であることを特徴とする請求項 8 記載の微量液滴形成装置。

【請求項 10】 前記引き戻し力発生手段は、前記ノズル内に設けられ、体積を減少させることができる体積可変素子であることを特徴とする請求項 8 記載の微量液滴形成装置。

【請求項 11】 前記引き戻し力発生手段は、前記ノズルの位置を変えることができる可変機構であることを特徴とする請求項 8 記載の微量液滴形成装置。

【請求項 12】 液滴形成環境を飽和蒸気圧環境とする蒸気圧発生装置を更に備えることを特徴とする請求項 8～11 のいずれか一項に記載の微量液滴形成装置。

【請求項 13】 前記ノズルは、ノズル内に芯を備える芯入りノズルであることを特徴とする請求項 8～12 記載の微量液滴形成装置。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、様々な溶液の微量液滴形成方法及び微量液滴形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、液滴を形成する方法として静電吸引を利用する方法が知られている。この方法は、液滴を形成する液体を入れたノズルと、液滴滴下口であるノズル先端と対向して配置された基板との間にパルス電圧を印加し、電気力によって液体をノズル先端から基板側に吸引し、液滴を基板に滴下する方法である。この方法によれば、印加するパルス電圧の波高値を大きくすれば、形成される液滴の大きさは大きくなり、印加するパルス電圧の波高値を小さくすれば、形成される液滴の大きさは小さくなるので、波高値を制御することで形成される液滴の大きさを制御することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記静電吸引による液滴形成方法では、形成される液滴の大きさはノズル先端の径に依存しており、一定の大きさ以下の液滴は形成できない。すなわち、微量液滴を形成するために印加するパルス電圧の波高値を小さくしていくと、ある波高値から電気力がノズル先端に生じている表面張力に打ち勝つことができず、液滴は形成されなくなる。従って、微量液滴を形成する場合には、先端の径が小さいノズルを用いる必要があるが、径の小さいノズルは、液体中に含まれるダストなどにより頻繁に目詰まりが起るという問題が生じる。

【0004】そこで、本発明は上記課題を解決した微量液滴形成方法及び微量液滴形成装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の微量液滴形成方法は、ノズル内の液体にパルス電圧を印加して液滴を形成する静電吸引液滴形成方法において、ノズル先端から所定の間隔を隔てて設けられた基板とノズル内の液体との間にパルス電圧を印加するパルス電圧印加段階と、パルス電圧印加段階によってノズル先端から引き出された液体に対し、液柱をノズル内に引き戻す方向の引き戻し力を作用させ、液体から液滴を分離する液滴分離段階とを有することを特徴とする。このように、ノズル先端か

ら引き出された液体（以下、この状態の液体を「液柱」という）を引き戻し力によってノズル内に引き戻すことにより、液柱から液滴が分離される。

【0006】上記微量液滴形成方法において、液滴分離段階は、ノズル内に設けられた流体抵抗制御手段により、ノズル内の流体抵抗を増大させることを特徴としても良い。このように流体抵抗を増大させることにより、電気力によってノズル内に生じた流速が遅くなり、ノズル先端部に負圧が生じ、この負圧が引き戻し力として液柱に作用する。

【0007】上記微量液滴形成方法において、ノズル内に設けられた体積変化可能な素子の体積を減少させることを特徴としても良い。このようにノズル内に設けられた素子の体積を減少させることにより、ノズル内に負圧が生じ、この負圧が引き戻し力として液柱に作用する。

【0008】上記微量液滴形成方法において、液滴分離段階は、ノズルを基板と離隔する方向に移動することを特徴としても良い。このようにノズルと基板を離隔することにより、ノズル先端から液体を引き出す電気力を弱め、液柱に引き戻し力が作用する。

【0009】上記微量液滴形成方法は、引き戻し力を制御することにより、形成される液滴の寸法を制御すること、を特徴としても良い。引き戻し力を制御することにより、ノズルの径を変化させないで、形成される液滴の寸法を制御することができる。

【0010】上記微量液滴形成方法は、パルス電圧印加段階及び液滴分離段階は、飽和蒸気圧下で行われることを特徴としても良い。このように飽和蒸気圧下で液滴が形成されることにより、形成された液滴が蒸発しにくくなる。

【0011】上記微量液滴形成方法は、パルス電圧印加段階及び液滴分離段階において用いられるノズルは、芯入りノズルであることを特徴としても良い。このように芯入りノズルを用いることにより、表面張力の影響を減少させることができる。

【0012】また、本発明の微量液滴形成装置は、液滴を形成する液体を蓄えるノズルと、ノズルの先端と対向して配置され、ノズル先端から滴下される液滴が載置される基板と、ノズル内の液体と基板との間にパルス電圧を印加するパルス電源と、ノズルの先端から液体が流出する方向とは反対の方向に液体を引き戻す力を発生させる引き戻し力発生手段と、パルス電源及び引き戻し力発生手段を制御する制御装置とを備えることを特徴とする。このように、引き戻し力発生手段を備えることにより、ノズル先端に形成された液柱から液滴を分離することができる。

【0013】上記微量液滴形成装置において、引き戻し力発生手段は、ノズル内に設けられ、ノズル内の流体抵抗を増大させることができる流体抵抗制御装置であるこ

とを特徴としても良い。このように流体抵抗制御装置を設け、ノズル内の流体抵抗を増大させることにより、引き戻し力を生じさせることができる。

【0014】上記微量液滴形成装置において、引き戻し力発生手段は、ノズル内に設けられ、体積を減少させることができる体積可変素子であることを特徴としても良い。このようにノズル内に体積可変素子を設け、素子の体積を減少させることにより、引き戻し力を生じさせることができる。

10 【0015】上記微量液滴形成装置において、引き戻し力発生手段は、ノズルの位置を変えることができる可変機構であることを特徴としても良い。このようにノズルの位置可変機構を備え、ノズルの位置を基板と離隔する方向に移動することにより、印加されているパルス電圧による電気力を弱め、引き戻し力として作用させることができる。

【0016】上記微量液滴形成装置において、液滴形成環境を飽和蒸気圧環境とする蒸気圧発生装置を更に備えることを特徴としても良い。このように蒸気圧発生装置を備え、液滴形成環境を飽和蒸気圧環境とすることで、形成された液滴が蒸発しにくくなる。

【0017】上記微量液滴形成装置において、ノズルは、ノズル内に芯を備える芯入りノズルであることを特徴としても良い。このようにノズルが芯入りノズルであることにより、表面張力の影響を減少させることができる。

【0018】本発明の図1は、実施形態の図である。

【発明の実施の形態】実施形態について説明する前に本発明の原理について図1を用いて説明する。図1はノズル先端とノズル先端付近の液面の様子を示す図である。

最初、ノズル1内の液体2は表面張力により、重力に抗してノズル1内に収められている（図1（a）参照）。

が、ノズル1内の液体2と図示しない基板との間にパルス電圧を印加すると、電気力によりノズル1先端から液体2が引き出され、液柱2aが形成される（図1（b）参照）。

次に、液柱2aに引き戻し力（液柱2aをノズル1内に戻す力であり、図1における上方向）を作用させると、図1（c）に示すように、液柱2aは引き戻し力が作用しない場合と比較して細くなり、液柱2aの先端が電気力と引き戻し力により分離され、液滴3が形成される（図1（d）参照）。

【0019】このように、ノズル1先端から引き出された液体2を引き戻し力により分離することで、ノズル1先端の径より小さい液滴3を形成することができる。また、引き戻し力を与えるタイミングや大きさを変えることにより、形成される液滴3の大きさを制御できる。

【0020】次に、本発明の好適な実施形態を図を用いて説明する。各図において同一の要素には同一の符号を付し重複する説明は省略する。

【0021】図2は、第1実施形態の微量液滴形成装置

ら引き出された液体（以下、この状態の液体を「液柱」という）を引き戻し力によってノズル内に引き戻すことにより、液柱から液滴が分離される。

【0006】上記微量液滴形成方法において、液滴分離段階は、ノズル内に設けられた流体抵抗制御手段により、ノズル内の流体抵抗を増大させることを特徴としても良い。このように流体抵抗を増大させることにより、電気力によってノズル内に生じた流速が遅くなり、ノズル先端部に負圧が生じ、この負圧が引き戻し力として液柱に作用する。

【0007】上記微量液滴形成方法において、ノズル内に設けられた体積変化可能な素子の体積を減少させることを特徴としても良い。このように、ノズル内に設けられた素子の体積を減少させることにより、ノズル内に負圧が生じ、この負圧が引き戻し力として液柱に作用する。

【0008】上記微量液滴形成方法において、液滴分離段階は、ノズルを基板と離隔する方向に移動することを特徴としても良い。このようにノズルと基板を離隔することにより、ノズル先端から液体を引き出す電気力を弱め、液柱に引き戻し力が作用する。

【0009】上記微量液滴形成方法は、引き戻し力を制御することにより、形成される液滴の寸法を制御すること、を特徴としても良い。引き戻し力を制御することにより、ノズルの径を変化させないで、形成される液滴の寸法を制御することができる。

【0010】上記微量液滴形成方法は、パルス電圧印加段階及び液滴分離段階は、飽和蒸気圧下で行われることを特徴としても良い。このように飽和蒸気圧下で液滴が形成されることにより、形成された液滴が蒸発しにくくなる。

【0011】上記微量液滴形成方法は、パルス電圧印加段階及び液滴分離段階において用いられるノズルは、芯入りノズルであることを特徴としても良い。このように芯入りノズルを用いることにより、表面張力の影響を減少させることができる。

【0012】また、本発明の微量液滴形成装置は、液滴を形成する液体を蓄えるノズルと、ノズルの先端と対向して配置され、ノズル先端から滴下される液滴が載置される基板と、ノズル内の液体と基板との間にパルス電圧を印加するパルス電源と、ノズルの先端から液体が流出する方向とは反対の方向に液体を引き戻す力を発生させる引き戻し力発生手段と、パルス電源及び引き戻し力発生手段を制御する制御装置とを備えることを特徴とする。このように、引き戻し力発生手段を備えることにより、ノズル先端に形成された液柱から液滴を分離することができる。

【0013】上記微量液滴形成装置において、引き戻し力発生手段は、ノズル内に設けられ、ノズル内の流体抵抗を増大させることができる流体抵抗制御装置であるこ

とを特徴としても良い。このように流体抵抗制御装置を設け、ノズル内の流体抵抗を増大させることにより、引き戻し力を生じさせることができる。

【0014】上記微量液滴形成装置において、引き戻し力発生手段は、ノズル内に設けられ、体積を減少させることができる体積可変素子であることを特徴としても良い。このようにノズル内に体積可変素子を設け、素子の体積を減少させることにより、引き戻し力を生じさせることができる。

10 【0015】上記微量液滴形成装置において、引き戻し力発生手段は、ノズルの位置を変えることができる可変機構であることを特徴としても良い。このようにノズルの位置可変機構を備え、ノズルの位置を基板と離隔する方向に移動することで、印加されているパルス電圧による電気力を弱め、引き戻し力として作用させることができる。

【0016】上記微量液滴形成装置において、液滴形成環境を飽和蒸気圧環境とする蒸気圧発生装置を更に備えることを特徴としても良い。このように蒸気圧発生装置を備え、液滴形成環境を飽和蒸気圧環境とすることで、形成された液滴が蒸発しにくくなる。

【0017】上記微量液滴形成装置において、ノズルは、ノズル内に芯を備える芯入りノズルであることを特徴としても良い。このようにノズルが芯入りノズルであることにより、表面張力の影響を減少させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】実施形態について説明する前に本発明の原理について図1を用いて説明する。図1はノズル先端とノズル先端付近の液面の様子を示す図である。最初、ノズル1内の液体2は表面張力により、重力に抗してノズル1内に収められている（図1（a）参照）が、ノズル1内の液体2と図示しない基板との間にパルス電圧を印加すると、電気力によりノズル1先端から液体2が引き出され、液柱2aが形成される（図1（b）参照）。次に、液柱2aに引き戻し力（液柱2aをノズル1内に戻す力であり、図1における上方向）を作用させると、図1（c）に示すように、液柱2aは引き戻し力が作用しない場合と比較して細くなり、液柱2aの先端が電気力と引き戻し力により分離され、液滴3が形成される（図1（d）参照）。

【0019】このように、ノズル1先端から引き出された液体2を引き戻し力により分離することで、ノズル1先端の径より小さい液滴3を形成することができる。また、引き戻し力を与えるタイミングや大きさを変えることにより、形成される液滴3の大きさを制御できる。

【0020】次に、本発明の好適な実施形態を図を用いて説明する。各図において同一の要素には同一の符号を付し重複する説明は省略する。

【0021】図2は、第1実施形態の微量液滴形成装置

り囲む形状の圧電素子 21 によって構成されている（図 5 参照）。

【0033】第 2 実施形態の微量液滴形成装置においては、液体 2 が引き出された後、圧電素子 21 に電流を流すことにより、圧電素子 21 を膨張させ流路を狭くする。これによりノズル 1 先端部付近の流体抵抗は増加し、ノズル 1 先端部付近に負圧が生じて液柱 2 a に引き戻し力が作用する。

【0034】次に、第 3 実施形態の微量液滴形成装置について説明する。第 3 実施形態の微量液滴形成装置の引き戻し力発生手段は、ノズル 1 内にノズル 1 の長手方向に沿って設けられたワイヤ 23 によって構成されている（図 6 参照）。

【0035】第 3 実施形態の微量液滴形成装置においては、液体 2 が引き出された後、先細となっているノズル 1 先端方向にワイヤ 23 を移動させ、流路を狭くする。ここで、ワイヤ 23 はノズル 1 先端部とは反対側からノズル 1 外部へ露出し、連結されている図示しない制御装置によって制御される。

【0036】これにより、ノズル 1 先端部付近の流路が狭くなって流体抵抗は増加し、ノズル 1 先端部付近に負圧が生じる。この負圧が液柱 2 a に引き戻し力として作用する。

【0037】次に、第 4 実施形態の微量液滴形成装置について説明する。第 4 実施形態の微量液滴形成装置の引き戻し力発生手段は、ノズル 1 先端とは反対端部に設けられた圧電素子 25 によって構成されている（図 7 参照）。

【0038】第 4 実施形態の微量液滴形成装置においては、圧電素子 25 を予め膨張させておき、液体 2 が引き出された後に圧電素子 25 を収縮させる。これにより、ノズル 1 内部に負圧が生じ、液柱 2 a に引き戻し力が作用する。

【0039】次に、第 5 実施形態の微量液滴形成装置について説明する。第 5 実施形態の引き戻し力発生手段は、ノズル 1 先端から液体 2 を引き出すための構成と同様であり、ノズル 1 先端とは反対端部に設けられた端部電極 27 とノズル 1 内の液体 2 との間に電圧を印加するための電源 10（パルス電源 10 と兼用となっている）とから構成されている（図 8 参照）。液体 2 はノズル 1 先端の反対端部まで充填されてはおらず、端部電極 27 と液体 2 との間は空間 28 が設けられている。

【0040】第 5 実施形態の微量液滴形成装置においては、液体 2 が引き出された後、端部電極 27 と液体 2 との間に電圧を印加してノズル 1 内の液体 2 を端部電極 27 の側に引張る。端部電極 27 はノズル 1 先端とは反対側に設けられているため、この引張り力は液柱 2 a の引き戻し力として作用する。

【0041】次に、第 6 実施形態の微量液滴形成装置について説明する。第 6 実施形態の引き戻し力発生手段

は、ノズル 1 外部に設けられたマイクロステージ（ノズル位置可変機構）31 から構成される（図 9 参照）。

【0042】第 6 実施形態の微量液滴形成装置においては、液体 2 が引き出された後、マイクロステージ 31 によってノズル 1 位置を液柱 2 a と基板 5 とが離隔する方向に移動させる。ノズル 1 先端の液柱 2 a と基板 5 とが離隔されると、液柱 2 a と基板 5 との間に作用する電気力は減少する。これにより、液柱 2 a にノズル 1 内に引き戻される力が作用する。なお、ノズル位置可変機構はマイクロステージ 31 に限られず、移動方向と移動距離を制御できるものであれば良く、例えば圧電素子でも良い。

【0043】以上、本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【0044】例えば、上記各実施形態の微量液滴形成装置は、蒸気圧発生装置をさらに備え、飽和蒸気圧下で液滴形成を行っても良い。このように、飽和蒸気圧下で液滴を形成することにより形成された液滴の蒸発を防止できる。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、電気力によりノズル内の液体をノズル先端から引き出した後、ノズル内部に引き戻す引き戻し力を作用させることによって、微量液滴を形成することができる。

【0046】また、ノズル内の液体と基板との間にパルス電圧を印加するパルス電源と、流体抵抗を制御する装置又はノズル内の圧力制御装置とを備えた微量液滴形成装置により、上記微量液滴形成方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】ノズル先端とノズル先端付近の液面の様子を示す図である。

【図 2】第 1 実施形態の微量液滴形成装置を示す図である。

【図 3】ノズル先端とノズル先端付近の液面を正面及び下面から見た図である。

【図 4】第 1 実施形態の微量液滴形成装置を用いて液滴を形成した結果を示す図である。

【図 5】第 2 実施形態の微量液滴形成装置の説明図である。

【図 6】第 3 実施形態の微量液滴形成装置の説明図である。

【図 7】第 4 実施形態の微量液滴形成装置の説明図である。

【図 8】第 5 実施形態の微量液滴形成装置の説明図である。

【図 9】第 6 実施形態の微量液滴形成装置の説明図である。

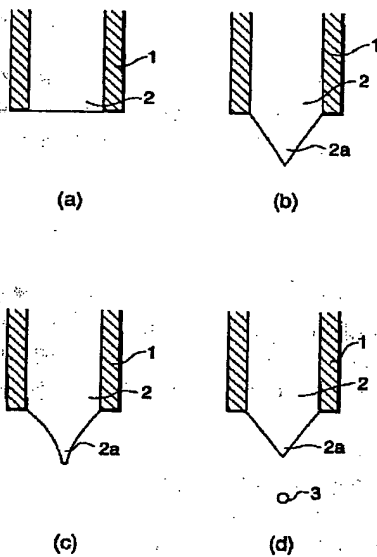
【符号の説明】

1・・・ノズル、2・・・液体、2a・・・液柱、3・

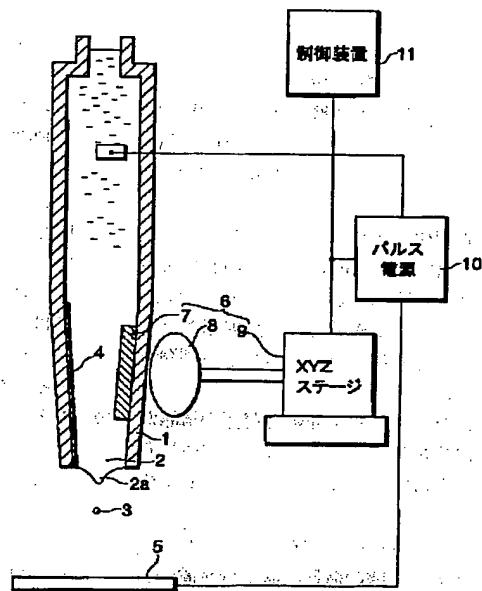
液滴、4・・・芯、5・・・基板、6・・・流体抵抗制御装置、7・・・ニッケル片、8・・・磁石、9・・・XYZステージ、10・・・パルス電源、11・・・*

制御装置、21・・・圧電素子、23・・・ワイヤ、25・・・圧電素子、27・・・端部電極、28・・・空間、31・・・マイクロステージ。

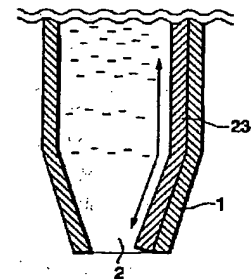
【図1】



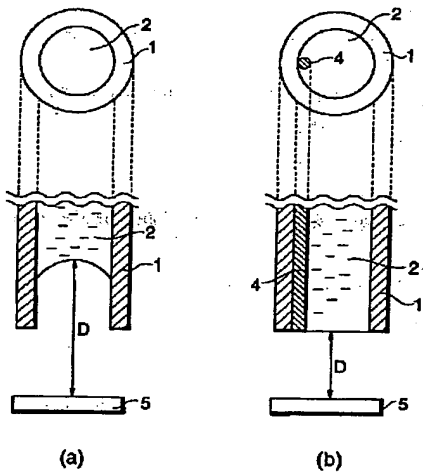
【図2】



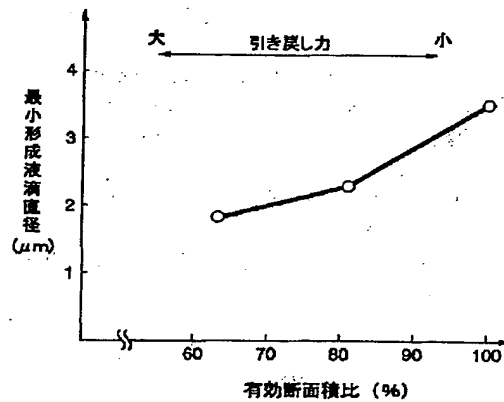
【図6】



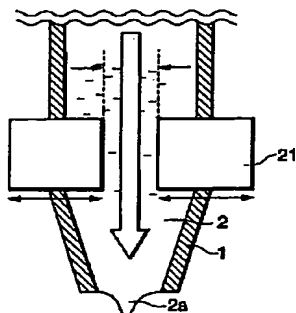
【図3】



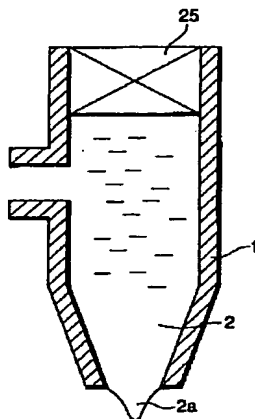
【図4】



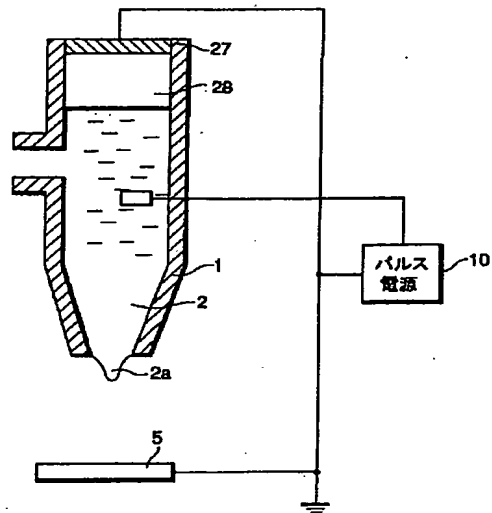
【図5】



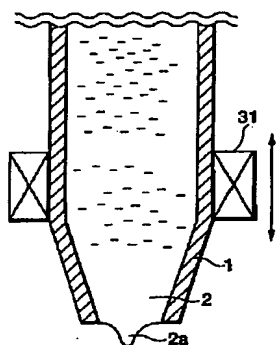
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 川上 友則
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF99 AG17 AG30 BD05 BD11

Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)